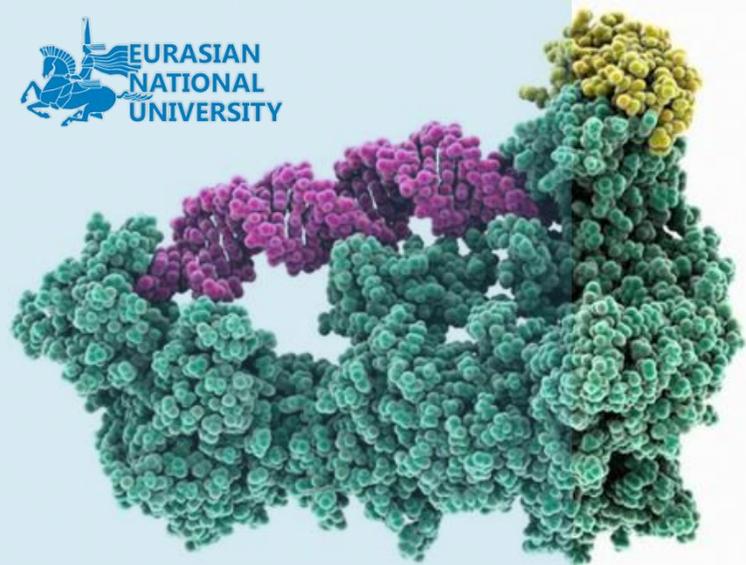


ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ



Л. Н. ГУМИЛЕВА АТЫНДАҒЫ
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Л. Н. ГУМИЛЕВА

АСТАНА, ҚАЗАҚСТАН
14 СӘУІР 2023 ЖЫЛ

АСТАНА, КАЗАХСТАН
14 АПРЕЛЯ 2023 ГОД

"ОМАРОВ ОҚУЛАРЫ: ХХІ
ҒАСЫРДЫҢ БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ
БИОТЕХНОЛОГИЯСЫ" АТТЫ
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ
ФОРУМНЫҢ БАЯНДАМАЛАР
ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО
ФОРУМА "ОМАРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ:
БИОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ
ХХІ ВЕКА"

УДК 57 (063)
ББК 28.0
Ж 66

Жалпы редакцияны басқарған т.ғ.д., профессор Е.Б. Сыдықов
Под редакцией д.и.н., профессора Е.Б. Сыдыкова

Редакция алқасы:
Редакционная коллегия:

Ж.К. Масалимов, А.Б. Курманбаева, А.Ж. Акбасова, С.Б. Жангазин, Н.Н. Иқсат.

«Омаров оқулары: ХХІ ғасыр биология және биотехнологиясы» халықаралық ғылыми форумының баяндамалар жинағы. – Астана: Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2023. – 298 б., қазақша, орысша, ағылшынша.

Сборник материалов международного научного форума «Омаровские чтения: Биология и биотехнология ХХІ века». – Астана. Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 2023. – 298 с., казахский, русский, английский.

ISBN 978-601-337-847-3

Жинақ «Омаров оқулары: ХХІ ғасыр биология және биотехнологиясы» атты халықаралық ғылыми форумына қатысушылардың баяндамаларымен құрастырылған. Бұл басылымда биология, биотехнология, молекулалық биология және генетиканың маңызды мәселелері қарастырылған. Жинақ ғылыми қызметкерлерге, PhD докторанттарға, магистранттарға, сәйкес мамандықтағы студенттерге арналған.

Сборник составлен по материалам, представленным участниками международного научного форума «Омаровские чтения: Биология и биотехнология ХХІ века». Издание освещает актуальные вопросы биологии, биотехнологии, молекулярной биологии и генетики. Сборник рассчитан на научных работников, PhD докторантов, магистрантов, студентов соответствующих специальностей.



УДК 57
ББК 28
О-58

©Коллектив авторов, 2023
©Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 2023

СЕКЦИЯ 2: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ И ГЕНЕТИКИ

УДК 58.01/07

РОЛЬ БИОГЕННЫХ МЕТАЛЛОВ КАК АГЕНТОВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОГО ПРАЙМИНГА

Островский Александр Сергеевич, Аликулов Зерекбай Аликулович
Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, Астана,
Казахстан
ishtar6@mail.ru

Введение. Прайминг семян представляет собой метод предпосевной подготовки, основанный на гидратации семян с последующей сушкой с целью изменения их метаболического состояния для более эффективного прорастания и дружности всходов [1]. Традиционно прайминг осуществляется на водной основе, которая способствует активации метаболических путей прорастания на клеточном и молекулярных уровнях, включающих ослабление семенной оболочки, повышение ферментативной активности, синтез белков и антиоксидантов, транскриптомное перепрограммирование и др. Поскольку данный процесс индуцирует механизмы аналогичные тем, что развиваются у растений в стрессовых условиях, все большее внимание уделяется применению прайминга в условиях воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды [2]. На данный момент существует достаточно широкое количество вариантов прайминга, таких как гидропрайминг, осмопрайминг, галопрайминг, нутрипрайминг, химический прайминг, биопрайминг, прайминг с применением гормонов и регуляторов роста растений [3]. Таким образом, технология прайминга сегодня успешно применяется в сельском хозяйстве для более быстрого и синхронного прорастания, повышения урожайности и устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам.

Ухудшение экологической обстановки, применение минеральных удобрений, техногенное загрязнение, глобальное изменение климата создают серьезную угрозу для растениеводства. Особенно уязвимы к загрязнению почв проростки растений, у которых снижается энергия прорастания и замедляется метаболизм, что приводит к снижению урожайности и экономическим потерям [2,3,4].

Целью данной работы является сбор и обобщение данных о применении прайминга семян в растворах биогенных металлов, поскольку металлы играют важную роль в раннем метаболизме растений и принимают участие активации разнообразных путей стрессоустойчивости к абиотическим факторам среды.

Основная часть

Биогенные металлы – это металлы, являющиеся компонентами постоянного состава организма и имеющие ключевое значение для жизнедеятельности и выполнения биологических функций. К таким металлам обычно относят натрий, калий, магний, кальций, марганец, железо, цинк, медь, кобальт, молибден [5,6,7]. Насыщение семян перечисленными металлами особенно актуально для дефицитных почв, так как позволяет поддерживать минеральный состав в наиболее уязвимый период развития проростков. Обнаружено, что после прайминга возрастает их концентрации в корнях, побегах, листьях и зернах. Запасы металлов могут сохраняться даже в сильно истощенных почвах длительное время. Так, запасы цинка и магния сохранялись у ростков кукурузы не менее 3 недель в условиях высокоизвестковых

почв с низкой доступностью питательных элементов [8]. Кроме того, прайминг может способствовать усвоению питательных элементов. Обработка цинком улучшает поглощение фосфора, а молибденовая обработка улучшает фиксацию азота у бобовых растений и ассимиляцию нитратного азота у небобовых, особенно в кислых почвах с низкой доступностью молибдена [9,10].

Предпосевной прайминг данными металлами может оказывать стимулирующий эффект. Было показано, что прайминг оксидом цинка способствует всхожести, росту и развитию посевов семян чили [11]. Обработка оксидом железа улучшает всхожесть, рост и биомассу сорго, а также накопление в них фотосинтетических пигментов [4]. Выявлено, что железо индуцировало рост побегов и корней у семян арбуза. Совместная обработка оксидов цинка и железа способствовало накоплению биомассы и качеству фотосинтеза [12,13]. Повышение биомассы, рост и ускоренное развитие проростков наблюдалось при обработке медью в низких концентрациях [14]. Всхожесть ячменя повышалась на 5-7% при выдерживании в 1% растворе с ионами железа, магния и цинка [15]. Урожайность пшеницы и нута была улучшена с применением растворов цинка. Семена нута показали прирост урожайности в 19% после выдержки в 0,05% растворе сульфат гептагидрат цинка [16]. У растений, прошедших прайминг, наблюдалось повышенное содержание антиоксидантов. У обработанных цинком растений увеличивалось количество антиоксидантных ферментов, а при обработке железом росло количество неферментативных антиоксидантов. Недостаток в почве железа и цинка могут снизить образования жасминовой и салициловой кислот, отвечающих за защитные реакции растений. У ростков арбуза после прайминга семян данными металлами возрастало содержание жасминовой кислоты и ее предшественника, что может повысить стрессоустойчивость [12].

В эксперименте Раныута О. и др. обработка семян озимой пшеницы раствором металлов, содержащем наночастицы цинка, серебра, железа, марганца и меди, вызвала увеличение лектиновой активности, что особенно заметно у зараженных возбудителем церкоспореллезной прикорневой гнилью растений. Антиоксидантное действие на вызываемый патогеном окислительный стресс проявлялось за счет ингибирования синтеза продуктов перекисного окисления липидов, в частности малонового диальдегида [17].

Результаты испытаний Паничкина Л.А. и Райковой А.П., продемонстрировали влияние обработки семян сахарной и столовой свеклы, ячменя, яровой пшеницы нанопорошками железа, цинка и меди на устойчивость к вредителям. При концентрации нанопорошков 1-2 кг/т была отмечена стойкость к корнееду на уровне тетраметилтиурамдисульфида, а при концентрации 2кг/т к листогрызущим насекомым [18]. Обработка частицами цинка семян проса снижали мучнистую росу, вызываемую *Sclerospora graminicola* [19]. Сульфид железа ингибировал развитие гриба *Fusarium verticillioides* в семенах риса [20].

Было выявлено, что прайминг биогенными металлами значительно способствует выживанию и стрессоустойчивости к засолению. Семена перца халапеньо, обработанные марганцем, имели лучшее прорастание и удлинение корней в солевых условиях, а также более равномерное распределение натрия между корнями и побегами. У растений также было повышено содержание фермента SOD, защищающего растительные клетки фитотоксического влияние активных форм кислорода [21]. У праймированных цинком семян люпина в условиях солевого стресса не происходило уменьшения длины корней и побегов, а также количество фотосинтетических пигментов по сравнению с контролем [22]. У растений сорго после

обработки трехвалентных железом наблюдалось повышение хлорофилла и лучший рост в солевых условиях [23].

Имеются данные о влиянии предпосевного прайминга на засухоустойчивость. В работе, посвященной изучению влияния частиц меди, обработанные ростки кукурузы содержали большее количество воды в листьях, повышался уровень каротиноидов, хлорофилла и антоцианов [24].

Положительный эффект прайминга наблюдается и в условиях загрязнения тяжелыми металлами. Был осуществлен прайминг семян пшеницы частицами железа и цинка в условиях с повышенным содержанием кадмия. При обработке цинком количество кадмия в побегах снижалось на 38%, а железом на 54%. При этом снижения количества кадмия в корнях и зернах для обоих металлов имели аналогичные результаты – 55-56% и 83-84% соответственно. Оба металла снижали количественное содержание кадмия в корнях и зернах [13]. Праймированные молибдатом аммония семена рапса имели большую биомассу и лучшую всхожесть по сравнению с контролем в условиях повышенного содержания кадмия, аналогичные результаты были у семян риса [5].

Проблемы применения прайминга в биогенных металлах.

Одной из главных трудностей прайминга является подбор продолжительности выдерживания, которое сильно различается у разных культур. Для сои и гороха достаточно 5-8 часов, моркови – 24 часов, а перца – до 36 часов. Превышение времени выдержки может привести к обратному эффекту и снижению урожайности. Для равномерной гидратации необходимо поддерживать определенную температуру и объем воды [16].

Другим важным условием эффективного прайминга является определение концентрации металлов в растворе для поддержания соответствующего ионного гомеостаза, поскольку в избытке все металлы проявляют токсичность и могут вызывать окислительный стресс. Например, ионы марганца в концентрации 0,1-1% водного раствора оказывают токсическое действие на семена ячменя. Избыток цинка дополнительно может вызвать угнетение микробиоты ризосферы при определенных условиях: текстуры, кислотности, содержания органических веществ и удобрений [25].

Еще одним ограничением служит снижение жизнеспособности при хранении праймированных семян по сравнению с незагрунтованными семенами, что увеличивает затраты на материальное обслуживание. При этом наиболее быстрое старение семян происходит при 25 °С, что связано с затрудненным метаболизмом крахмала в праймированных семенах и активацией метаболических процессов кислородом. Однако при 4 °С продолжительность хранения значительно увеличивается [12].

Дальнейшие перспективы технологии

Применение прайминга может значительно повысить производительность сельского хозяйства. Прайминг биогенными металлами стимулирует рост растений, повышает морфологические и метаболические характеристики. У праймированных семян происходит более быстрое развитие корней и побегов. Изменяется активность защитных реакций, повышается уровень антиоксидантов и активность ферментов, что обуславливает повышенную устойчивость к патогенам и вредителям. Это открывает перспективы для снижения количества применяемых пестицидов или даже полного отказа от них [1,3,8,17,19].

Прайминг семян имеет экономические преимущества, поскольку создается минимальный запас микроэлементов непосредственно в самом семени, а также улучшается развитие корневой системы и степень усвоения, что позволяет снизить внесение подкормки и минеральных удобрений. Благодаря равномерности всхожести

и более высокой плотности растений возможен существенный прирост урожайности [10].

Одним из перспективных направлений является использование наночастиц и нанопорошков металлов. Наночастицы за счет своих размеров могут легче поглощаться семенами, что позволяет добиваться тех же результатов при более низкой концентрации, тем самым решая проблему токсичных эффектов и высвобождения металлов в окружающую среду. Кроме того, применение нанопорошков может способствовать образованию нанопленок, защищающих семена от патогенных микроорганизмов [4,7].

Выводы

Таким образом, хотя прайминг имеет высокий потенциал для сельского хозяйства, на данный момент до сих пор не разработаны соответствующие правила и нормативы, не решены вопросы для промышленного применения и масштабирования. Не до конца выяснены молекулярные и биохимические механизмы воздействия биогенных металлов на развитие защитных реакций и побочных эффектов, таких как ингибирование прорастания, изменения метаболизма и структуры клеток, а также модификация взаимодействия корня с микробиотой. Недостаточно информации о воздействии прайминга в растворах металлов на окружающую среду и здоровья животных и человека. Кроме того, требуются исследования для определения оптимальных доз и времени воздействия для отдельных культур в конкретных условиях среды. Тем не менее, развитие технологии может помочь в решении других актуальных проблем, таких как снижение количества пестицидов и удобрений, устойчивость к загрязнению почв тяжелыми металлами, засолению и другим неблагоприятным факторам среды.

Список используемой литературы:

1. Waqas M., Korres N., Khan D., Nizami A., Deeba F., Ali I., Hussain H. Advances in the concept and methods of seed priming. In: Priming and pretreatment of seeds and seedlings; Hasanuzzaman M., Fotopoulos V. – Singapore: Springer, 2019. – P. 11-43. DOI: 10.1007/978-981-13-8625-1_2
2. Devika O.S., Singh S., Sarkar D., Barnwal P., Suman J. и Rakshit A. Seed priming: A potential supplement in integrated resource management under fragile intensive ecosystems // Front. Sustain. Food System. – 2021. – Vol.5. – P.1-11. DOI: 10.3389/fsufs.2021.654001
3. Parera C., Cantliffe D. Presowing seed priming // Horticultural Reviews. – 2010. – Vol.16 –P. 109-141. DOI: 10.1002/9780470650561.ch4
4. do Espirito Santo Pereira, A., Caixeta Oliveira, H., Fernandes Fraceto, L., Santaella, C. Nanotechnology potential in seed priming for sustainable agriculture // Nanomaterials (Basel). –2021. – Vol.11. – №267. – P. 1-29. DOI: 10.3390/nano11020267.
5. Bhatia P., Gupta M. Micronutrient seed priming: new insights in ameliorating heavy metal stress // Environmental Science and Pollution Research. – 2022. – Vol. 29. – P. 58590–58606 DOI: 10.1007/s11356-022-21795-6
6. Добрынина Н.А. Бионеорганическая химия: методическое пособие для студентов. – М.: изд-во МГУ, 2007. – 36 с
7. Ольховская И. П., Богословская О. А., Яблоков А. Г., Глущенко Н. Н. Показатели урожайности ярового ячменя после предпосевной обработки семян наночастицами металлов // Российские нанотехнологии. – 2019. – С. 55-62. DOI: 10.21517/1992-7223-2019-1-2-55-62.
8. Muhammad I, Kolla M, Volker R, Günter N. Impact of nutrient seed priming on germination, seedling development, nutritional status and grain yield of maize // Journal of Plant Nutrition. – 2015. – Vol.38. – P. 1803-1821. DOI:10.1080/01904167.2014.990094

9. Rana M., Bhandana P., Sun, X. et al. Molybdenum as an essential element for crops: An overview // *International Journal of Scientific Research and Growth*. – 2020. – Vol.24. – P. 18535-18535.
10. Lutts S., Benincasa P., Wojtyla L. et al. Seed priming: New comprehensive approaches for an old empirical technique // *New Challenges in Seed Biology - Basic and Translational Research Driving Seed Technology*. – 2016. – P. 1-46. DOI:10.5772/64420
11. Dileep Kumar G., Raja K., Natarajan N., Govindaraju K., Subramanian K.S. Invigoration treatment of metal and metal oxide nanoparticles for improving the seed quality of aged chilli seeds (*Capsicum annum* L.) // *Materials Chemistry and Physics*. – 2019. – Vol. 242:122492. DOI: 0.1016/j.matchemphys.2019.122492
12. Kasote D., Lee J., Jayaprakasha G., Patil B. Seed priming with iron oxide nanoparticles modulate antioxidant potential and defense-linked hormones in watermelon seedlings // *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*. – 2019. – V. 7. – P. 5142–5151. DOI: 10.1021/acssuschemeng.8b06013
13. Rizwan M., Ali S., Ali B., Adrees M., Arshad M., Hussain A., Zia ur Rehman M., Waris A. Zinc and iron oxide nanoparticles improved the plant growth and reduced the oxidative stress and cadmium concentration in wheat // *Chemosphere*. – 2019. – Vol. 214 – P. 269–277. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2018.09.120
14. Yasmeen F., Raja N., Razzaq A., Komatsu S. Proteomic and physiological analyses of wheat seeds exposed to copper and iron nanoparticles // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Proteins and Proteomics*. – 2017, – Vol.1865. – P. 28–42 DOI: 10.1016/j.bbapap.2016.10.001
15. Неверов А.А. Стимулирующая роль микроэлементов на стадии прорастания семян ячменя // *Животноводство и кормопроизводство*. – 2022. – Т. 105. – № 1. – С. 159-170. DOI:10.33284/2658-3135-105-1-159
16. Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M, Yunas, M. 'On-farm' seed priming with zinc in chickpea and wheat in Pakistan // *Plant and Soil*. – 2008. – Vol. 306. – P. 3-10. DOI: 10.1007/s11104-007-9465-4
17. Panyuta O, Belava V, Fomaidi S, Kalinichenko O, Volkogon M, Taran N. The effect of pre-sowing seed treatment with metal nanoparticles on the formation of the defensive reaction of wheat seedlings infected with the eyespot causal agent // *Nanoscale research letters*. – 2016. – Vol.11(1). – №92. – P.1-5. DOI: 10.1186/s11671-016-1305-0
18. Паничкин, Л., Райкова А. Использование нанопорошков металлов для предпосевной обработки семян с.-х. культур // *Известия ТСХА*. – 2009. – №1. – P. 59-65
19. Nandhini M., Rajini S., Udayashankar A., Niranjana S., Lund O., Shetty H., Prakash H. Biofabricated zinc oxide nanoparticles as an eco-friendly alternative for growth promotion and management of downy mildew of Pearl Millet // *Crop Protection*. – 2019. – Vol. 121. – P. 103–112. DOI: 10.1016/J.CROPRO.2019.03.015
20. Ahuja R., Sidhu A., Bala A. Synthesis and evaluation of iron (II) sulfide aqua nanoparticles (FeS-NPs) against *Fusarium Verticillioides* causing sheath rot and seed discoloration of rice // *European Journal of Plant Pathology*. – 2019. – Vol. 155. – P. 163–171. DOI:10.1007/s10658-019-01758-3
21. Ye, Y., Cota-Ruiz K., Hernández-Viezcás, J. et al. Nanoparticles control salinity-modulated molecular responses in *Capsicum annum* L. through priming: A sustainable approach for agriculture // *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*. – 2020. – Vol. 8. – P. 1427-1436. DOI: 10.1021/acssuschemeng.9b05615
22. Abdel Latef, A., Abu Alhmad, M., Abdelfatta, K. The possible roles of priming with ZnO nanoparticles in mitigation of salinity stress in lupine (*Lupinus termis*) plants //

Journal of Plant Growth Regulation. – 2017. – Vol. 36. – P. 60–70. DOI:10.1007/s00344-016-9618-x

23. Maswada H., Djanaguiraman M., Prasad P. Seed Treatment with Nano-Iron (III) Oxide enhances germination, seeding growth and salinity tolerance of sorghum // Journal of Agronomy and Crop Science. – 2018. – Vol. 204. – P. 577–587 DOI:10.1111/jac.12280

24. Nguyen D., Nguyen H., Le, N., Nguyen K., Le, H., Nguyen, A., Dinh N., Hoang, S., Ha C., Copper nanoparticle application enhances plant growth and grain yield in maize under drought stress conditions // Journal of Plant Growth Regulation. – 2020. – Vol. 41. – P. 364-375. DOI:10.1101/2020.02.24.963132

25. Santaella C., Plancot B. Interactions of nanoenabled agrochemicals with soil microbiome. In Nanopesticides: From Research and Development to Mechanisms of Action and Sustainable Use in Agriculture; Fraceto, L. at al. Cham. – Switzerland: Springer, 2020. – P. 137–163. DOI: 10.1007/978-3-030-44873-8_6

УДК 34.15.51

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ И МОЛЕКУЛЯРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЛЕГКИХ КРЫС, ПОДВЕРГШИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТОВОЙ ПЫЛИ

Айнагулова Галия Сяундуковна, Берсимбаев Рахметкажи Искендерович
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана,
Казахстан
galiya211083@yandex.ru

Термин «асбест» применяется к шести волокнистым минералам амфиболовой группы (крокидолит, амозит, актинолит, антофиллит и тремолит) и серпентиновой группы (хризотил) [1], они характеризуются устойчивостью к высоким температурам, изоляцией тепла и шума. Этот минерал встречается в природе в горных породах и почвах, добывается в шахтах, и его переработка дешева. Асбест используется для изготовления одежды (перчатки, противопожарный спортивный костюм, фартуки, рукавицы, веревки), в строительстве (фиброцемент, плитка, плиты и др.), в резине, в некоторых бытовых приборах (утюги, тостеры, фены и кофеварки) [2].

Асбест является одним из наиболее важных профессиональных канцерогенов. В настоящее время около 125 миллионов человек во всем мире подвергаются воздействию асбеста на рабочем месте. Согласно глобальным оценкам, не менее 107 000 человек ежегодно умирают от рака легких, мезотелиомы и асбестоза в результате воздействия асбеста на работе. Почти 400 смертей были связаны с непрофессиональным воздействием асбеста. Число заболеваний, связанных с асбестом, продолжает расти даже в странах, запретивших его использование в начале 1990-х годов. Из-за длительных латентных периодов, связанных с рассматриваемыми заболеваниями, прекращение использования асбеста в настоящее время приведет к снижению числа смертей, связанных только с асбестом, через несколько десятилетий.

По данным МАИР (Международное агентство по изучению рака) асбест был классифицирован как канцероген для человека группы 1 по прямому, косвенному и бытовому воздействию. Многие промышленно развитые страны приняли законодательство, запрещающее фабрикам использовать такие соединения, как асбест, в производстве из-за его высокого канцерогенного риска. Кроме того, доказано, что совместное воздействие табачного дыма и волокон асбеста увеличивает риск развития рака легких – чем больше человек курит, тем выше этот риск [2].